2017 年度 第 3 回 アセスメントテスト 電磁気学

空間はいずれも真空とし、その誘電率と透磁率をそれぞれ ϵ_0、μ_0 とする。解答には単位をつけること。$\sqrt{}$ や π はそのまま使用してよい。

$\boxed{1}$ 図 1 の無限長同軸円筒形導体において、内部（半径 a [m]）および外部（半径 b [m]）導体にそれぞれ単位長さ当り $\pm\lambda$ [C/m] の電荷を与えたとき、次の問に答えよ。

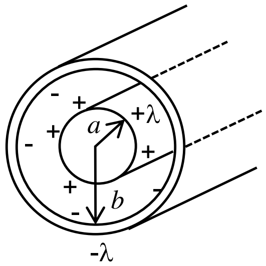

図 1 無限長同軸円筒形導体

(1) 閉曲面 S に囲まれた領域内 v に電荷密度 ρ [C/m^3] が存在するとき、電界 $\boldsymbol{E}$ に関するガウスの法則（積分形）を記せ。

(2) S を半径 r [m] $(a < r < b)$、長さ 1 m の円筒状閉曲面とした場合、S を貫く電界 E_r を求めよ。

(3) 両導体間の電位差 V を求めよ。

(4) 導体間の単位長当たりの静電容量 C を求めよ。

$\boxed{2}$ 図 2 に示す円柱座標系において、半径 a [m] の円柱状の一様な定常電流 I [A] が円柱の軸方向 ($+z$ 軸方向) に流れているとき、以下の問に答えよ。

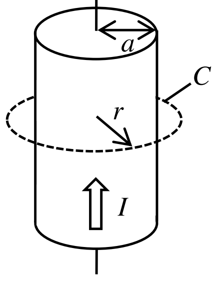

図 2 半径 a の円柱電流

(1) 半径 r の円周を閉曲線 C、C 上の磁界を $\boldsymbol{H}$、C によって囲まれる平面を S、S を貫く電流密度を $\boldsymbol{J}$ とする。$\boldsymbol{H}$ と $\boldsymbol{J}$ との間に成り立つ関係式（積分形）と、その法則名を記せ。

(2) 半径が $r > a$ のとき、磁界 $\boldsymbol{H}$ の大きさと方向を求めよ。

(3) 半径が $0 < r < a$ のとき、磁界 $\boldsymbol{H}$ の大きさと方向を求めよ。

$\boxed{3}$ 面積 S [m^2]、巻き数 1 の長方形コイルがある。このコイルが一様な磁束密度 $\boldsymbol{B}$ [T] の中で、磁界と垂直な軸のまわりを角速度 ω [rad/s] で回転しているとき（図 3）、以下の問に答えよ。

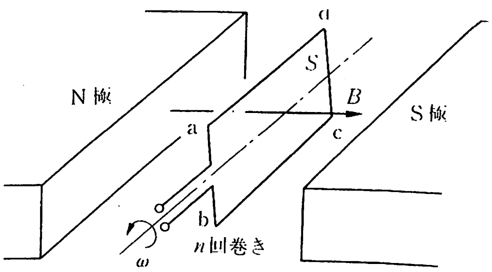

図 3 静磁界中を回転するコイル

(1) 磁束密度 $\boldsymbol{B}$ とコイルの面の法線ベクトル $\boldsymbol{n}$ を用いてコイルを貫く磁束 Φ を表せ。

(2) 時刻 $t = 0$ において $\boldsymbol{B}$ と $\boldsymbol{n}$ がなす角度を 0 としたとき、時刻 $t\ (> 0)$ でのコイルを貫く磁束 Φ を求めよ。

(3) コイルに誘起される起電力 V の大きさを答えよ。

(4) コイルの巻き数を n としたとき、コイルに誘起される起電力の大きさを答えよ。

第３回　アセスメントテスト　電気回路

2018 年 1 月 22 日

【注意　①単位のある量には全て単位をつけて答えなさい。②√ 記号，分数は残してもよい。】

問題１　 以下の各問に答えよ。ただし角周波数を ω [rad/s]とする。

(1) 図１の合成インピーダンスを求めよ。

(2) 図２の端子 x－y 間の合成抵抗を求めよ。

(3) 図３の端子 a－b 間の合成インピーダンスを求めよ。ここで変成器の２つのコイルの相互インダクタンスを M[H], 自己インダクタンスを L[H] とする。

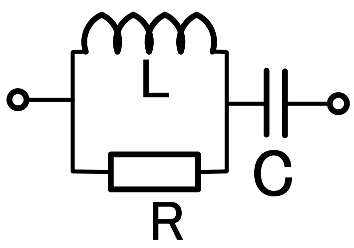

図１

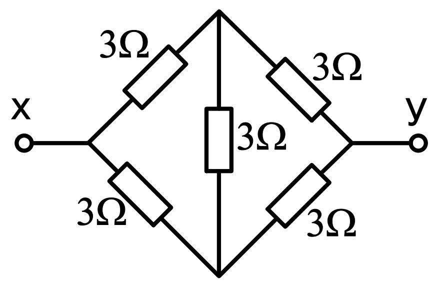

図２

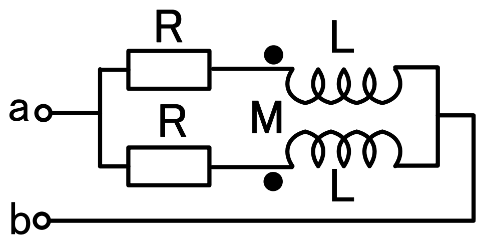

図３

問題２　図４の回路に関して設問に答えよ。

(1) 共振角周波数 ω_0[rad/s]を求めよ。

(2) 共振回路の Q 値を求めよ。

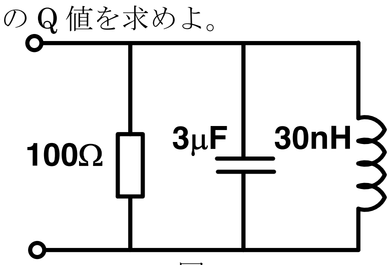

図４

問題３　図５の回路内に示した電流フェーザ $\dot{I}$ を求めよ。ここでコイルのリアクタンス $X_L = \omega L = 10\,\Omega$ とする。
(ヒント：テブナンの定理)

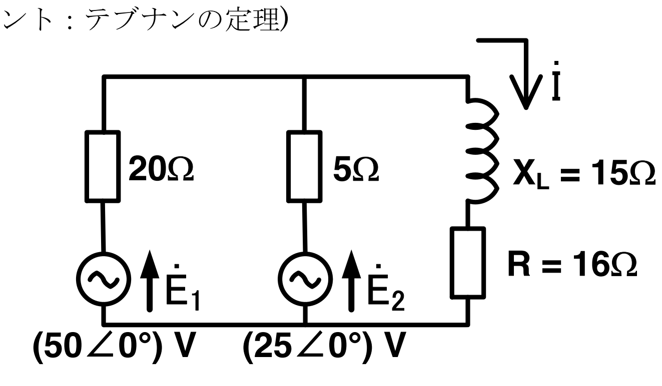

図５

問題４　図６の回路の R_3 の抵抗に流れる電流 I を E, R_1, R_2, R_3 で表せ。

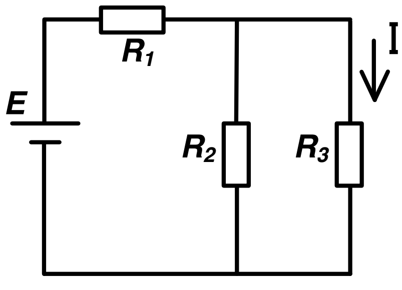

図６

問題５　以下の電圧の式で，瞬時値の時間関数は実効値フェーザに，実効値フェーザは対応する時間関数を表せ。

(1) $e(t) = 141.4\sin\left(\omega t - \dfrac{\pi}{3}\right)$ 　のときの　$\dot{E}$

(2) $\dot{E} = 100 + j100$ 　のときの　$e(t)$

問題６　図８の回路の，(1) 有効電力， (2) 無効電力，および (3)力率を求めよ。

問題７　図９の回路の力率が１となるときの容量 C の値を求めよ。ここで角周波数 ω = 100 rad/s とする。

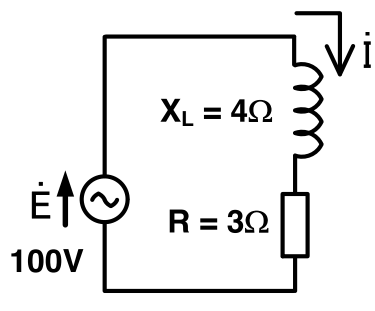

図８

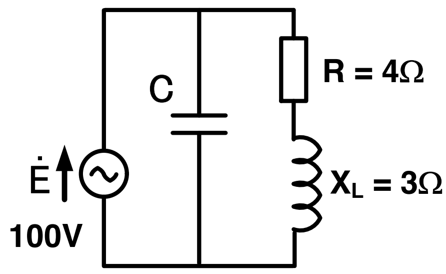

図９

(解答欄)

1	(1)	
	(2)	
	(3)	
2	(1)	
	(2)	
3		
4		
5	(1)	
	(2)	
6	(1)	
	(2)	
	(3)	
7		

第3回アセスメントテスト(2018.1.17)

問1　図1においてV_{cc}=8V, R_C=1kΩ, R_B=370kΩとする．以下の問いに答えよ

(1) I_Bを求めよ．ただしV_{BE}=0.6Vとする．
(2) h_{FE}=100であるとする．このときI_Cを求めよ．
(3) V_{CE}を求めよ．

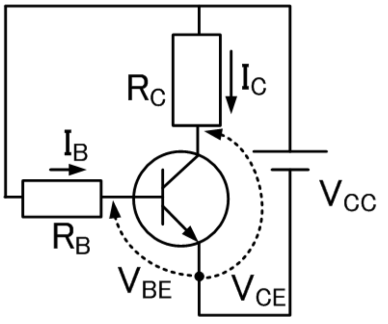

図1

(1) I_B=
(2) I_C=
(3) V_{CE}=

問2 表1に示す真理値表について，以下の問いに答えよ

(1-1) 真理値表を満たす論理関数Fを，標準積和形（論理積和形）で表せ
(1-2) 真理値表を満たす論理関数Fを，標準和積形（論理和積形）で表せ
(2) (1-1)で得られた関数を，カルノー図等を用いて簡単化せよ
(3) (2)で簡単化した関数について，AND, OR, NOTを用いて論理回路を作成せよ
(4) (3)で得られた回路をNANDのみで表せ．

(1-1)
(1-2)
(2)

(3)

(4)

表1

X Y Z	F
0 0 0	0
0 0 1	1
0 1 0	0
0 1 1	0
1 0 0	0
1 0 1	1
1 1 0	1
1 1 1	1

問3　図2, 3において，V_{cc}=5Vとする．また両図において，V_1とV_2は5Vもしくは0Vであるとする．これらについて以下の問いに答えよ．

(1) 両図において，V_1とV_2を入力，V_oを出力と見なす．V_1とV_2が表2, 3のような組み合わせであったとき，それぞれの入力の組み合わせに応じたV_oの値（電圧値）を下記表中に記せ．ダイオードの立ち上がり電圧（順方向電圧）は0Vとする．

(2) それぞれの回路は論理素子の機能を有する．該当する素子を以下から選べ：
AND, OR, NOT, NOR, NAND, Ex-OR

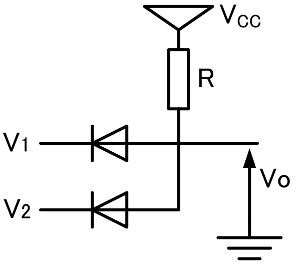

図2

表2：図2の入出力表

V_1[V]	V_2[V]	V_O[V]
0	0	
0	5	
5	0	
5	5	

素子名：

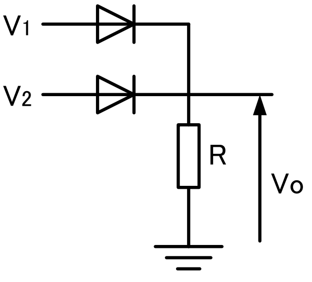

図3

表3：図3の入出力表

V_1[V]	V_2[V]	V_O[V]
0	0	
0	5	
5	0	
5	5	

素子名：

問4 次の問いに答えよ
(1) $(2018)_{10}$を二進数で表せ
(2) $(2018)_{10}$を十六進数で表せ
(3) $(4D2)_{16}$を二進数で表せ

(1)
(2)
(3)

解答欄が不足する場合は裏に書いても良い．
その場合はこの面にその旨記すこと

2017年度 第3回 アセスメント・テスト　電気数学（電卓使用不可）

1. 以下の微分および偏微分を計算しなさい。a, bは定数とする。

(a) $\frac{d}{dx}e^{ax} = \boxed{\qquad}$

(b) $\frac{d}{dt}\sin(at+b) = \boxed{\qquad}$

(c) $\frac{\partial}{\partial x}(x^3 - ax^2y + by^3) = \boxed{\qquad}$

(d) $\frac{\partial}{\partial x}\frac{(a+b)x}{ax+by} = \boxed{\qquad}$

2. 次の微分方程式の一般解を求めなさい。必要ならば$C, C_1, C_2 \cdots$を定数として用いてよい。

(a) $\frac{dx}{dt} - tx = 0$のとき

$x(t) = \boxed{\qquad}$

(b) $\frac{dx}{dt} + x^2 = 0$のとき

$x(t) = \boxed{\qquad}$

(c) $(1+e^t)\frac{dx}{dt} = x$のとき

$x(t) = \boxed{\qquad}$

(d) $\frac{d^2x}{dt^2} - 2\frac{dx}{dt} - 3x = 0$のとき

$x(t) = \boxed{\qquad}$

3. x, y, z軸方向の単位ベクトルをそれぞれ$\boldsymbol{i}, \boldsymbol{j}, \boldsymbol{k}$とする。スカラー場$\phi$およびベクトル場$\boldsymbol{A}$が

$\phi(x, y, z) = 2x^2 - 3yz$

$\boldsymbol{A}(x, y, z) = 5xy\boldsymbol{i} + 2yz\boldsymbol{j} + 3xz\boldsymbol{k}$

のように与えられるとき、以下の量を求めなさい。

(a) $grad\ \ \phi = \boxed{\qquad}$

(b) $div\ \ \mathbf{A} = \boxed{\qquad}$

(c) $rot\ \ \mathbf{A} = \boxed{\qquad}$

(d) $div(rot\ \ \mathbf{A}) = \boxed{\qquad}$

4. 以下の三角関数の計算について空欄を埋めなさい。

(a) $\sin\frac{7\pi}{12} = \frac{\sqrt{\square} + \sqrt{\square}}{4}$

(b) $\sqrt{3}\sin x - \cos x = \boxed{\quad}\sin(\boxed{\qquad})$

(c) $\sin\frac{5\pi}{12}\cos\frac{\pi}{12} = \frac{1}{2}\{\sin(\boxed{\quad}) + \sin(\boxed{\quad})\}$

$= \frac{\square + \sqrt{\square}}{4}$

5. 次の式で定義されるものについて、簡潔な式で表しなさい。

(a) $\lim_{\Delta x \to 0}\frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x} = \boxed{\qquad}$

(b) $\lim_{\Delta x \to 0}\frac{f(x+\Delta x, y) - f(x, y)}{\Delta x} = \boxed{\qquad}$

(c) $\frac{\partial f(x,y)}{\partial x}dx + \frac{\partial f(x,y)}{\partial y}dy = \boxed{\qquad}$

6. xyz空間において積分面Sを$0 \le x \le 1,\ 0 \le y \le 1,\ z = 0$の領域とする。ベクトル場 $\boldsymbol{A}(\mathrm{x,y,z}) = -2x^2\boldsymbol{i} + \mathrm{yz}\boldsymbol{j} + 3xy\boldsymbol{k}$の法線面積分$\int_S \boldsymbol{A}\cdot d\boldsymbol{S}$を求めなさい。ただし$d\boldsymbol{S}$は$z$軸正方向向きとする。

$\int_S \boldsymbol{A}\cdot d\boldsymbol{S} = \boxed{\qquad}$